

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
17. Juli 2003 (17.07.2003)

PCT

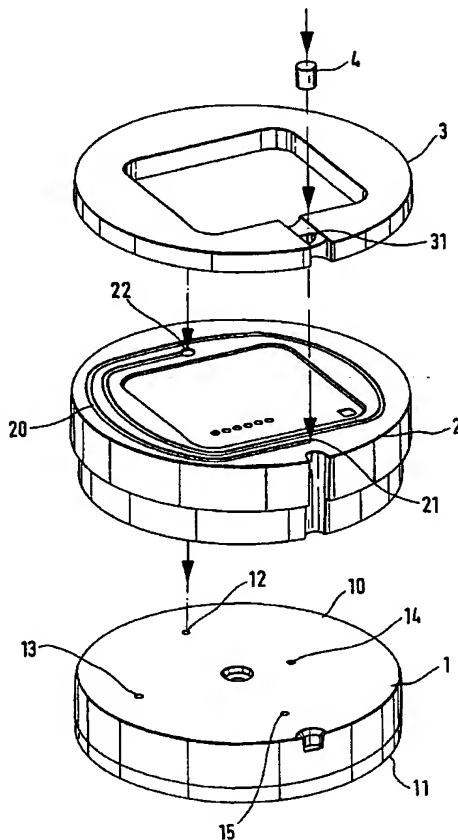
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 03/058186 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01L (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FLÖGEL, Karl  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/14787 [DE/DE]; Blasistrasse 42, 79650 Schopfheim (DE).  
(22) Internationales Anmeldedatum: 28. Dezember 2002 (28.12.2002) LOPATIN, Sergej [RU/DE]; Pestalozzistrasse 51, 79540 Lörrach (DE). SCHMIDT, Elke [DE/DE]; Wallstrasse 5, 79650 Schopfheim (DE). UEHLIN, Thomas [DE/DE]; Blasistrasse 42, 79650 Schopfheim (DE). TEXTOR, Olaf [DE/DE]; Konrad-Adenauer-Strasse 27, 79540 Lörrach (DE). HÜGEL, Michael [DE/DE]; Im Hüneracker 10, 79541 Lörrach (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch  
(30) Angaben zur Priorität: 102 00 780.2 10. Januar 2002 (10.01.2002) DE (74) Anwalt: ANDRES, Angelika; c/o Endress + Hauser Deutschland Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil am Rhein (DE).  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ENDRESS + HAUSER GMBH + CO. KG [DE/DE]; Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RELATIVE PRESSURE SENSOR

(54) Bezeichnung: RELATIVDRUCKSENSOR



(57) Abstract: The invention relates to a relative pressure sensor for measuring the pressure difference between a measuring pressure and the atmospheric pressure in the surrounding area of the pressure sensor. Said sensor comprises a base body (10) and a measuring membrane (11), which can be subjected to a measuring pressure and is attached via its edge to the base body (10). A pressure chamber is provided between the base body (10) and the measuring membrane (11), and communicates with the atmosphere via a reference air path, said reference air path having a winding path (20).

(57) Zusammenfassung: Der erfindungsgemäße Relativdrucksensor zur Messung der Druckdifferenz zwischen einem Meßdruck und dem Atmosphärendruck in der Umgebung des Drucksensors, umfaßt einen Grundkörper 10 und eine mit einem Meßdruck beaufschlagbare Meßmembran 11 die mit ihrem Rand an dem Grundkörper 10 befestigt ist, wobei zwischen dem Grundkörper 10 und der Meßmembran 11 eine Druckkammer ausgebildet ist, die über einen Referenzluftpfad mit der Atmosphäre kommuniziert, wobei der Referenzluftpfad einen gewundenen Pfad 20 umfaßt.

WO 03/058186 A2



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,

DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

## Relativdrucksensor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Relativdrucksensor. Relativdrucksensoren messen gewöhnlich die Differenz zwischen dem Druck in einem Meßmedium und dem aktuellen Atmosphärendruck. Ein Relativdrucksensor umfaßt im allgemeinen einen Grundkörper, an dem eine Meßmembran mit ihrem Rand druckdicht befestigt ist, wobei zwischen der Meßmembran und dem Grundkörper eine Druckkammer ausgebildet ist. Zur Relativdruckmessung wird die Referenzluft über eine grundkörperseitige Öffnung in die Druckkammer geleitet, und die der Meßkammer abgewandte Oberfläche der Meßmembran wird mit dem Meßdruck beaufschlagt. Die resultierende Verformung der Meßmembran ist ein Maß für den Relativdruck, welches in geeigneter Weise in ein Meßsignal gewandelt wird.

Die erwähnte Zufuhr der Referenzluft bedingt, daß Feuchte in die Druckkammer gelangt, die bei Unterschreitung des Taupunktes im Inneren des Sensors kondensieren und die Funktion des Sensors beeinträchtigen kann. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Umgebungsluft des Sensors eine höhere Temperatur aufweist als das Medium, dessen Druck zu messen ist.

Hegner et al. offenbaren in der europäischen Patentanmeldung EP 0 974 825 A3 einen Relativdrucksensor, der einen Referenzluftpfad mit einem Feuchtefilter aufweist, wobei der Feuchtefilter im Frontbereich des Relativdrucksensors nahe der Meßmembran bzw. nahe dem Medium angeordnet ist, so daß die Temperatur des Feuchtefilters ähnlich der Medientemperatur ist. Diese Anordnung gewährleistet, daß die Feuchtigkeit in der Referenzluft ggf. schon vor dem Eintritt in den Referenzluftpfad auskondensiert, so daß es in der Druckkammer kaum zu Taupunktunterschreitungen kommen kann. Die beschriebene Anordnung ist jedoch vergleichsweise aufwendig.

Andere Relativdrucksensoren weisen ein Kapillarröhrchen auf, welches mit der grundkörperseitigen Öffnung der Druckkammer kommuniziert. Das Kapillarröhrchen dient als Referenzluftpfad, welcher der eindringenden Feuchtigkeit einen gewissen Diffusionswiderstand entgegensetzt. Das Kapillarröhrchen ist häufig ein Metallröhrchen, welches beispielsweise durch Einglasen am Grundkörper befestigt ist. Diese Art der Montage geht ebenfalls mit einem erhöhten Fertigungsaufwand einher. Zudem ist die Eintrittsöffnung des Kapillarröhrchens thermisch weitgehend von der Druckmeßzelle entkoppelt, so

## 2

daß bei höheren Temperaturen an der Eintrittsöffnung Luft mit einem hohen Wassergehalt in das Kapillarröhrchen gelangen kann, was zur Taupunktunterschreitung in der kälteren Druckkammer führt. Die Kondensation in der Meßzelle wird durch die beschriebene Anordnung im wesentlichen verzögert und ggf. vermindert, ganz kann sie damit jedoch nicht vermieden werden.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Relativdrucksensor mit einer einfachen und kompakten Konstruktion bereitzustellen, der das Eindringen von Feuchtigkeit effektiver verzögert bzw. vermindert oder vermeidet. Die Aufgabe wird gelöst durch den Relativdrucksensor gemäß des unabhängigen Anspruchs 1.

Der erfindungsgemäße Relativdrucksensor zur Messung der Druckdifferenz zwischen einem Meßdruck und dem Atmosphärendruck in der Umgebung des Drucksensors, umfaßt einen Grundkörper und eine mit einem Meßdruck beaufschlagbare Meßmembran die mit ihrem Rand an dem Grundkörper befestigt ist, wobei zwischen dem Grundkörper und der Meßmembran eine Druckkammer ausgebildet ist, die über einen Referenzluftpfad mit der Atmosphäre kommuniziert, wobei der Referenzluftpfad einen gewundenen Pfad umfaßt.

Der gewundene Referenzluftpfad dient als Diffusionsbarriere und verzögert auf diese Weise das Eindringen von Feuchtigkeit in das Sensorinnere, insbesondere in die Druckkammer. Insofern als der Pfad gewunden ist, kann innerhalb der kompakten Abmessungen des Drucksensors ein Pfad untergebracht werden, der hinreichend lang ist, um zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen. Die Länge des gewundenen Pfades beträgt bevorzugt mindestens 75%, weiter bevorzugt mindestens 100% und besonders bevorzugt 150%, der Länge des Umfangs der Trennmembran. Bezogen auf die axiale Dimension eines im wesentlichen zylindrischen Relativdrucksensors ist der gewundene Pfad bevorzugt mindestens doppelt so lang ist, wie der Abstand der atmosphärenseitigen Öffnung des gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran.

Zudem bietet die aufgrund der gewundenen Form kompakte Anordnung des Pfades die Möglichkeit, einen guten thermischen Kontakt zwischen der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades und der Druckkammer zu gewährleisten.

Dies ist insofern vorteilhaft, als dadurch die Temperatur der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades nicht zu stark von der Temperatur der Druckkammer abweichen kann. Vorzugsweise ist ein Filter an der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades vorgesehen, der gewährleistet, daß kein Kondensat in die Zelle eindringen kann. Auf diese Weise ist es praktisch ausgeschlossen, daß es unter Gleichgewichtsbedingungen zu Taupunktunterschreitungen in der Druckkammer kommt.

Hierbei ist es vorteilhaft, wenn die Komponenten des Relativdrucksensors zwischen der Druckkammer und dem gewundenen Pfad ein Material mit einer guten thermischen Leitfähigkeit aufweisen. Besonders geeignet sind hier Keramiken, insbesondere Aluminiumoxid-Keramiken, sowie bestimmte metallische Legierungen. Es ist ebenso vorteilhaft, wenn die Fügestellen zwischen verschiedenen Baugruppen des Relativdrucksensoren, einen gute Wärmeleitung aufweisen. Das Filterelement ist bevorzugt ebenfalls aus einem metallischen oder einem keramischen Material mit guter Wärmeleitfähigkeit gefertigt, so daß sich das Filterelement vollständig auf einer hinreichend homogenen und tiefen Temperatur befindet. Vorzugsweise sollte das Filterelement hydrophob bzw. hydrophobiert sein.

Zur Gewährleistung einer guten Wärmeleitung zwischen der Druckkammer und dem gewundenen Pfad sollte eine hinreichend massive Verbindung aus wärmeleitendem Material zwischen der Druckkammer und dem Pfad gegeben sein. Vorzugsweise weisen zu diesem Zweck beliebige parallel zur Trennmembran verlaufende Querschnitte zwischen einem beliebigen Punkt des gewundenen Pfades und der grundkörperseitigen Wand der Druckkammer einen Flächenanteil von wärmeleitendem Material auf, der mindestens 25%, bevorzugt mindestens 40% und besonders bevorzugt mindestens 50% der Membranfläche beträgt.

Zur Gewährleistung eines guten thermischen Kontaktes zwischen der atmosphärenseitigen Öffnung des Referenzluftpfades bzw. des gewundenen Pfades einerseits und der Druckkammer andererseits ist ein möglichst geringer Abstand zwischen diesen Elementen vorzusehen. Der Abstand der Ebene des gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran ist vorzugsweise geringer als die Länge des gewundenen Pfades, besonders bevorzugt geringer als 75% der Länge des gewundenen Pfades und ganz besonders bevorzugt weniger als 50% der Länge des gewundenen Pfades.

Für den erfindungsgemäßen Relativdrucksensor ergeben sich unter anderem die folgenden Varianten zur Gestaltung des gewundenen Pfades. Der gewundene Pfad kann im wesentlichen in einer Ebene verlaufen, wobei eine Spiralförmigkeit bevorzugt ist. Die Ebene des gewundenen Pfades verläuft dabei bevorzugt parallel zur Ebene der Meßmembran.

Es sind aber auch gewundene Pfade mit beispielsweise einem helikalen Verlauf denkbar, wobei die Länge der Projektion des gewundenen Pfades auf die Ebene der Meßmembran mindestens 50%, bevorzugt mindestens 65%, und besonders bevorzugt mindestens 80% der Gesamtlänge des gewundenen Pfades beträgt.

Der gewundene Pfad kann eine linienförmige Vertiefung (20) in einer Oberfläche eines Bauteils (2) des Relativdrucksensors umfassen, wobei diese Vertiefung mit einem geeigneten weiteren Bauteil abgedeckt ist.

In einer anderen Ausgestaltung kann der gewundene Pfad einen gewundenen Kanal umfassen, der sich in mindestens einem Bauteil des Relativdrucksensors zwischen zwei Öffnungen in Oberflächenabschnitten des Bauteils erstreckt. Dies kann beispielsweise dadurch erzielt werden, daß beim Formen des Grünlings eines keramischen Bauteils ein Faden aus einem organischen Material eingebettet wird, um die Form des gewundenen Pfades vorzugeben. Dieser Faden verbrennt beim Brennen des Grünlings, so daß ein kapillarförmiger gewundener Pfad anstelle des Fadens zurückbleibt. Der gewundene Pfad kann beispielsweise – unabhängig von der Art seiner Herstellung – eine Querschnittsfläche von weniger als  $2 \text{ mm}^2$  bevorzugt weniger als  $1 \text{ mm}^2$  und besonders bevorzugt von  $0,7$  bis  $0,4 \text{ mm}^2$  aufweisen.

Der gewundene Pfad kann prinzipiell in den verschiedensten Bauteilen eines Relativdrucksensors angeordnet sein. Als Bauteil kommt u.a. der Grundkörper in Frage, oder beispielsweise ein weiteres Bauteil, welches an dem Grundkörper befestigt wird. Dieses weitere Bauteil kann beispielsweise ein Deckel oder ein Topf sein, der auf dem Grundkörper unter Ausbildung einer vorzugsweise hermetisch dichten Kammer aufgesetzt wird. Eine solche Kammer kann insbesondere zur Aufnahme der Sensorelektronik geeignet sein.

Vorzugsweise sind die Wände der hermetisch dichten Kammer dem Topf mit einem elektrisch leitfähigen Material beschichtet, so daß die Wände der Kammer Teil eines Faradayschen Käfigs sind, welcher die Sensorelektronik und gegebenenfalls weitere Komponenten des Relativdrucksensors umschließt.

Zur Vervollständigung des Faradayschen Käfigs sind beispielsweise die Mantelflächen des zylindrischen Grundkörpers des Relativdrucksensors sowie die der Messmembran abgewandte Rückseite des Grundkörpers ebenfalls eine leitfähige Schicht aufweisen. Prozessseitig kann der Faradaysche Käfig durch die an der dem Prozess abgewandten Innenseite der Messmembran angebrachte Elektrode vervollständigt werden. Zwischen den einzelnen Komponenten des Faradayschen Käfigs ist selbstverständlich eine hinreichend gute elektrische Verbindung zu gewährleisten.

Die leitfähigen Schichten and der Mantelfläche des Grundkörpers, auf dessen Rückseite, auf den Wänden der hermetisch dichten Kammer sowie auf der Basisfläche des Topfes, die auf der Rückseite des Grundkörpers aufsetzt, können beispielsweise eine aufgedampfte oder aufgesputterte Metallschicht, eine leitfähige Folie oder einen leitfähigen Sprühlack aufweisen.

Derzeit sind aufgesputterte Metallschichten bevorzugt, wobei Cu-haltige, insbesondere Cu-Ni-haltige Schichten besonders bevorzugt sind. Ganz besonders bevorzugt sind aufgesputterte Schichten die mittels eines Targets gesputtert wurden, welches eine Cu-Ni-Legierung aufweist. Bei einer Legierung mit einem größeren Kupferanteil als dem Nickelanteil wird die Korrosionsbeständigkeit mit steigendem Ni-Anteil erhöht. Allerdings, erfordert ein erhöhter Nickelanteil ggf. eine erhöhte Löttemperatur. Zudem erweisen sich Schichten mit einem Ni-Anteil der den Cu-Anteil deutlich übersteigt, als instabil. Derzeit sind Cu-Ni-Legierungen bevorzugt, mit einem Ni-Anteil von mindestens 35% bevorzugt mindesten 40% und besonders bevorzugt zwischen 42,5 und 47,5% aufweist.

Die Schichtdicke der metallschicht ist unkritisch, wobei derzeit eine Schichtdicke zwischen 0.1  $\mu\text{m}$  und 2  $\mu\text{m}$  bevorzugt wird. Besonders bevorzugt ist eine Schichtdicke zwischen etwa 0,5 $\mu\text{m}$  und 1  $\mu\text{m}$ , insbesondere etwa 0,7  $\mu\text{m}$ .

Optional kann Cr als Haftvermittler zwischen der Keramik und der leitfähigen Schicht eingesetzt werden.

Die leitfähige Schicht auf der dem Prozess abgewandten Rückseite des Grundkörpers kann entweder vollflächig ausgebildet oder auf einen Bereich beschränkt sein, der außerhalb der Grundfläche der hermetisch dichten Kammer liegt.

Gleichermaßen kann die dem Grundkörper zugewandte Basisfläche des Topfes ebenfalls zumindest abschnittsweise mit dem leitfähigen Material beschichtet sein, um eine leitfähige Verbindung zwischen Grundkörper und dem Topf herzustellen.

Die mechanische Verbindung zwischen dem Topf und dem Grundkörper des Relativdrucksensors kann beispielsweise durch ein Lot, einen leitfähigen Kleber oder die leitfähige Beschichtung selbst hergestellt werden. Insbesondere ein thixotroper Epoxi-Kleber beispielsweise mit dem Namen HYSOL 9093 ist geeignet, da bei Verwendung dieses Materials die Rauigkeit der Leitfähigen Schichten auf dem Keramiksubstrat ausreicht, um eine elektrische Verbindung durch die Verklebung hindurch zu gewährleisten.

Wie dem Fachmann unmittelbar einleuchtet, ist der soeben beschriebene Aspekt der Erfindung, nämlich die Ausgestaltung der hermetisch dichten Kammer jetzt Bestandteil eines Faradayschen Käfigs, nicht auf Relativdrucksensoren beschränkt, da ein Klimaschutz und EMV-Schutz, wie er in einer solchen Kammer gewährleistet ist, grundsätzlich für alle Arten von Drucksensoren von Interesse ist.

Demzufolge trifft die Erfindung auch Absolutdrucksensoren und Relativdrucksensoren, die nicht in einem entsprechend feuchten Milieu eingesetzt werden. Soweit kann der Topf auch ohne den zuvor beschriebenen Referenzluftpfad gestaltet werden und falls eine Referenzluftführung erforderlich ist, kann diese für weniger feuchtkritische Anwendungen beispielsweise durch ein Kapillarröhrchen erfolgen, welches in axialer Richtung durch den Topf geführt wird, wobei das Röhrchen nicht mit dem Volumen der hermetisch dichten Kammer kommuniziert.

Weitere Aspekte der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, und der Zeichnung.



Es zeigt

Fig. 1. eine Explosionszeichnung eines erfindungsgemäßen Relativdrucksensors.

Der in Fig. 1 dargestellte Relativdrucksensor umfaßt eine Meßzelle 1, bestehend aus einem Grundkörper 10 und einer Meßmembran 11, die unter Ausbildung einer Druckkammer an dem Grundkörper befestigt ist. Die Meßmembran 11 ist im Meßbetrieb auf ihrer dem Grundkörper 10 abgewandten Seite mit einem Meßdruck beaufschlagbar. Über eine Druckkammeröffnung 12 kommuniziert die Druckkammer mit dem Atmosphärendruck. Die Verformung der Meßmembran ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Atmosphärendruck und dem Meßdruck. Die Verformung kann nach den gängigen Meßprinzipien, beispielsweise kapazitiv, resistiv, oder nach Resonanzverfahren erfaßt werden. Entsprechende elektrische Größen werden über die Grundkörperdurchführungen 13, 14, 15 aus dem Grundkörper geführt und von einer hier nicht gezeigten Schaltung verarbeitet. Die Schaltung wird auf dem Grundkörper 10 angeordnet und mit dem Topf 2 abgedeckt, der beispielsweise mit einem gut wärmeleitenden Kleber auf dem Grundkörper 10 befestigt ist, so daß die Schaltung hermetisch dicht eingeschlossen und vor Feuchtigkeit geschützt ist. Die von der Schaltung erzeugten elektrischen Signale werden über Durchführungen 23 in der dem Grundkörper abgewandten Stirnfläche des Topfes 2 nach außen geführt. Die Stirnfläche des Topfes 2 weist eine spiralförmige Vertiefung 20 auf, die einen gewunden Referenzluftpfad bildet. Die Vertiefung kann beispielsweise einen v-förmigen oder halbkreisförmigen Querschnitt aufweisen. Der Querschnitt der Vertiefung 20 senkrecht zu ihrem Verlauf beträgt etwa  $0,5 \text{ mm}^2$ . Ein erstes Ende der Vertiefung 20 fluchtet in axialer Richtung mit der Druckkammeröffnung 12. Eine Bohrung 22 durch den Topf 2 dient als Abschnitt des Referenzluftpfades zwischen der Vertiefung 20 und der Druckkammer. Der Topf 2 ist, ebenso wie der Grundkörper 10 und die Trennmembran 11, ein Bauteil aus Korundkeramik. Die Vertiefung 20 wird hergestellt, indem dem Grünling des Topfes 2 eine entsprechendes Profil aufgeprägt wird.

Zur Gewährleistung eines guten thermischen Kontaktes zwischen der Druckkammer und dem Referenzluftpfad, ist der Topf 2 bis auf die Aussparung für die elektronische Schaltung und die Durchführungen massiv gearbeitet. Der

Flächenanteil des massiven Materials in einem beliebigen Querschnitt durch den Topf parallel zur Meßmembran beträgt hier mindestens 50% der Trennmembranfläche.

Zur Fertigstellung des Referenzluftpfades ist die Vertiefung mit einer Abdeckung 3 abgedeckt, wobei die Abdeckung 3 mit einer gut wärmeleitenden Verbindung, beispielsweise einem Kleber an dem Topf 2 befestigt ist. Fluchtend mit dem zweiten Ende 21 der Vertiefung 20 weist die Abdeckung 3 eine Bohrung in axialer Richtung auf, welche die atmosphärenseitige Öffnung 31 des Referenzluftpfades bildet.

In der Öffnung 31 ist ein Filterelement 4 angeordnet, welches bei der derzeit bevorzugten Ausführungsform ein hydrophobisiertes poröses keramisches Filterelement ist. Gleichmaßen geeignet sind metallische Filterelemente bzw. organische Filterelemente, beispielsweise solche aus PTFE, wobei die Filterelemente bevorzugt hydrophob oder hydrophobiert sind. Im Sinne eines guten Wärmekontaktes ist das Filterelement mit einem gut wärmeleitenden Kleber in der Eintrittsöffnung 31 befestigt.

Anstelle der Klebeverbindungen sind grundsätzlich alle andere Verbindungstypen geeignet, die eine gute Wärmeleitung ermöglichen.

Da die elektronische Schaltung in geringem Umfang Abwärme generiert, sollte ihr thermischer Kontakt zum Referenzluftpfad, insbesondere zur Eintrittsöffnung 31 des Referenzluftpfades, minimiert werden. Zu diesem Zweck ist der Kernbereich der Abdeckung 3, der mit der Schaltung axial fluchtet, ausgespart. Gleichmaßen ist der zentrale Bereich der Stirnfläche des Topfes 2 dünn ausgeführt, um radiale Wärmeleitung zu minimieren.

**Patentansprüche**

1. Relativdrucksensor zur Messung der Druckdifferenz zwischen einem Meßdruck und dem Atmosphärendruck in der Umgebung des Drucksensors, umfassend

einen Grundkörper (10) und eine mit einem Meßdruck beaufschlagbare Meßmembran (11) die mit ihrem Rand an dem Grundkörper befestigt ist, wobei zwischen dem Grundkörper und der Meßmembran eine Druckkammer ausgebildet ist, die über einen Referenzluftpfad mit der Atmosphäre kommuniziert, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzluftpfad einen gewundenen Pfad (20) umfaßt.

2. Relativdrucksensor nach Anspruch 1, wobei der gewundene Pfad (20) im wesentlichen in einer Ebene verläuft.

3. Relativdrucksensor nach Anspruch 2, wobei die Ebene parallel zur Ebene der Meßmembran (11) verläuft.

4. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Länge der Projektion des gewundenen Pfades (20) auf die Ebene der Meßmembran (11) mindestens 50%, bevorzugt mindestens 65%, und besonders bevorzugt mindestens 80% der Gesamtlänge des gewundenen Pfades (20) beträgt.

5. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Länge des gewundenen Pfades (20) mindestens 75%, bevorzugt mindestens 100%, und besonders bevorzugt mindestens 150% der Länge des Umfangs der Meßmembran (11) beträgt.

6. Relativdrucksensor nach einem der bisherigen Ansprüche, wobei die Länge des gewundenen Pfades (20) mindestens doppelt so lang ist, wie der Abstand der atmosphärendseitigen Öffnung (31) des gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran (11).

7. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der gewundene Pfad eine linienförmige Vertiefung (20) in einer Oberfläche eines Bauteils (2) des Relativdrucksensors umfaßt.

8. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der gewundene Pfad einen gewundenen Kanal umfaßt der sich in mindestens einem Bauteil des Relativdrucksensors zwischen zwei Öffnungen in Oberflächenabschnitten des Bauteils erstreckt.

9. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der gewundene Pfad eine Querschnittsfläche von weniger als  $2 \text{ mm}^2$  bevorzugt weniger als  $1 \text{ mm}^2$  und besonders bevorzugt von  $0,7$  bis  $0,4 \text{ mm}^2$  aufweist.

10. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Abstand der Ebene des gewundenen Pfades von der Ebene der Meßmembran geringer ist als die Länge des gewundenen Pfades, bevorzugt geringer als 75% der Länge des gewundenen Pfades und besonders bevorzugt weniger als 50% der Länge des gewundenen Pfades beträgt.

11. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der gewundene Pfad mit der grundkörperseitigen Wand der Druckkammer in der Weise im thermischen Kontakt steht, daß beliebige parallel zur Trennmembran verlaufende Querschnitte zwischen einem beliebigen Punkt des gewundenen Pfades und der grundkörperseitigen Wand der Druckkammer einen Flächenanteil von wärmeleitendem Material aufweisen, der mindestens 10%, bevorzugt mindestens 25% und besonders bevorzugt mindestens 50% der Membranfläche beträgt.

12. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Referenzluftpfad an seiner atmosphärenseitigen Eintrittsöffnung (31) ein Filterelement (4) aufweist, um das Eindringen von Kondensat in den Referenzluftpfad zu verhindern.

13. Relativdrucksensor nach Anspruch 12, wobei das Filterelement (4) mit im thermischen Kontakt mit dem gewundenen Pfad (20) steht.

14. Relativdrucksensor nach Anspruch 12, wobei das Filterelement (4) hydrophob bzw. hydrophobiert ist

15. Relativdrucksensor nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei das Filterelement (4) ein keramisches, metallisches oder organisches Material aufweist.
16. Relativdrucksensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der gewundenen Pfad (4) in einem ersten Bauteil (2) angeordnet ist, welches an dem Grundkörper (10) unter Ausbildung einer Kammer befestigt ist.
17. Relativdrucksensor nach Anspruch 16, wobei die Kammer hermetisch gegenüber ihrer Umgebung abgedichtet ist, und wobei ferner in der Kammer mindestens ein elektronisches Bauelement angeordnet ist.
18. Relativdrucksensor nach einem der bisherigen Ansprüche, wobei der gewundene Pfad spiralförmig oder helikal verläuft.

1 / 1

